



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 50 056 A1 2004.05.1

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 50 056.1

(22) Anmeldetag: 27.10.2003

(43) Offenlegungstag: 13.05.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: B60L 11/12

(30) Unionspriorität:  
2002-311173 25.10.2002 JP

(72) Erfinder:

Nishigaki, Takahiro, Toyota, Aichi, JP; Yamaguchi, Katsuhiko, Toyota, Aichi, JP; Kobayashi, Yukio, Toyota, Aichi, JP; Harada, Osamu, Toyota, Aichi, JP; Ueoka, Kiyoshiro, Toyota, Aichi, JP; Tomatsuri, Mamoru, Toyota, Aichi, JP

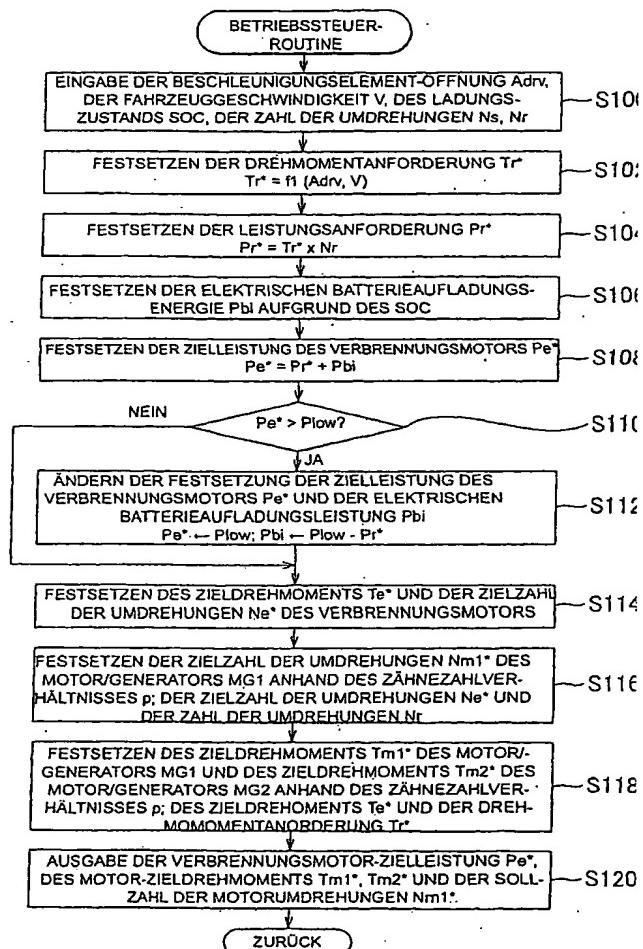
(71) Anmelder:  
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

(74) Vertreter:  
Kuhnen & Wacker Patent- und Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Kraftfahrzeug und Steuerverfahren für ein Kraftfahrzeug

(57) Zusammenfassung: Ein Hybrid-Kraftfahrzeug läuft durch Übertragen der Leistung von einem Verbrennungsmotor und der Leistung von einem Motor/Generator MG2 und kann einen Teil der Leistung des Verbrennungsmotors und elektrischen Strom, der von einem Motor/Generator MG1 erzeugt wurde, speichern. In diesem Hybrid-Kraftfahrzeug wird die Leistungsanforderung  $Pr^*$  für die Antriebswelle aufgrund der Beschleunigungselement-Öffnung festgesetzt, und die elektrische Batterieaufladungsleistung  $Pbi$  wird aufgrund des SOC festgesetzt, und die Summe der Leistungsanforderung  $Pr^*$  und der elektrischen Batterieaufladungsleistung  $Pbi$  wird als Verbrennungsmotor-Zielleistung  $Pe^*$  festgesetzt (S100 bis S108). Wenn die Zielleistung  $Pe^*$  des Verbrennungsmotors unter einem vorgegebenen Minimalwert  $Plow$  liegt, wird die Zielleistung  $Pe^*$  des Verbrennungsmotors in den Minimalwert  $Plow$  umgewandelt. Weiter wird gemäß dieser Änderung die elektrische Batterieaufladungsleistung  $Pbi$  ebenfalls geändert (S112) und der Verbrennungsmotor und die Motorgeneratoren MG1, MG2 betrieben. Da der Minimalwert  $Plow$  auf einen Wert gesetzt wird, bei dem der Wirkungsgrad mit Bezug auf die Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors optimal ist, kann verhindert werden, daß der Verbrennungsmotor in einem Bereich niedriger Ausgangsleistung läuft, wo sein Wirkungsgrad niedrig ist.



**Beschreibung****1. Gebiet der Erfindung**

[0001] Diese Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug und ein Verfahren für dieses Kraftfahrzeug, und genauer ein Kraftfahrzeug und ein Verfahren für ein Kraftfahrzeug, das mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet ist, der Kraft auf eine Antriebswelle übertragen kann.

**2. Beschreibung der verwandten Technik**

[0002] Ein Beispiel für diesen Kraftfahrzeug-Typ ist ein Kraftfahrzeug, das mittels der Leistung eines Verbrennungsmotors und der Leistung eines Elektromotors angetrieben wird, und in dem ein Teil der Leistung des Verbrennungsmotors in elektrischen Strom umgewandelt wird, um eine Batterie zu laden. In diesem Kraftfahrzeug werden der Verbrennungsmotor und der Elektromotor so gesteuert, daß während der Übertragung einer Leistung auf die Antriebswelle, die einem Leistungsbedarf entspricht, die Aufladungsmenge der Batterie zunimmt, wenn sich das Kraftfahrzeug in einem Fahrzustand befindet, bei dem die Aufladungsgröße der Batterie um so höher wird, je höher die Menge der Kraftstoffeinheiten des Verbrennungsmotors ist. Somit sinkt der Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors bezogen auf die Aufladung der Batterie, wodurch die Kraftstoffausbeute im Vergleich zu Kraftfahrzeugen, welche den Aufladungsumfang der Batterie nur gemäß dem Ladezustand SOC der Batterie steuern, verbessert wird.

[0003] Bei einem Kraftfahrzeug wie es beispielsweise in der japanischen Patent-Offenlegungsschrift Nr. 2001-298805 offenbart ist, wird der Verbrennungsmotor jedoch manchmal in einem Bereich niedriger Ausgangsleistung betrieben, wo der Wirkungsgrad (d.h. die Kraftstoffausbeute) des Verbrennungsmotors schlecht ist, obwohl der Wirkungsgrad in gewissem Umfang von der Kapazität und Leistung des verwendeten Elektromotors abhängt. Das heißt, wenn in einem Bereich niedriger Ausgangsleistung, wo der Wirkungsgrad schlecht ist, die Ausgangsleistung nicht durch eine Leistung vom Elektromotor ergänzt werden kann, kann der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors noch weiter sinken. Außerdem kann es in einem Bereich, in dem die Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors niedrig ist, leicht zu einer starken Veränderung des Wirkungsgrads mit Bezug auf die Änderung der Ausgangsleistung kommen. Wenn man daher beim Betrieb des Verbrennungsmotors die Ladung der Batterie berücksichtigt, verändert sich die Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors noch stärker, und somit wird auch die Wirkungsgradänderung des Verbrennungsmotors größer. Dies kann zu einem instabilen Kraftstoffverbrauch führen.

**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

[0004] Es ist Gegenstand der Erfindung, die Kraftstoffausbeute eines Kraftfahrzeugs zu verbessern oder zu stabilisieren.

[0005] Ein Kraftfahrzeug umfaßt gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung einen Verbrennungsmotor, der Leistung auf eine Antriebswelle übertragen kann. Das Kraftfahrzeug umfaßt ein Mittel zur Festsetzung einer Zielleistung, ein Betriebssteuermittel und Leistungszufuhr-/entnahme-/verbrauchsmittel. Das Mittel zur Festsetzung der Zielleistung setzt die Leistungsanforderung an den Verbrennungsmotor fest, oder einen Zielbetriebspunkt, der auf dem Leistungsbedarf für die Antriebswelle und dem Wirkungsgradverlauf beruht, der mit der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung steht. Das Betriebssteuermittel steuert den Betrieb des Verbrennungsmotors so, daß der Verbrennungsmotor mit der festgesetzten Zielleistung oder dem festgesetzten Zielbetriebspunkt betrieben wird. Die Leistung, die der Differenz entspricht zwischen der Leistungsanforderung und entweder der festgesetzten Zielleistung oder der Leistung, die dem festgesetzten Zielbetriebspunkt entspricht, wird von einem Leistungszufuhr-/entnahme-/verbrauchsmittel zugeführt/entnommen/verbraucht.

[0006] In einem Kraftfahrzeug gemäß diesem Aspekt werden die Zielleistung, die vom Verbrennungsmotor ausgegeben werden soll, und der Zielbetriebspunkt aufgrund der Leistungsanforderung für die Antriebswelle und des Wirkungsgradverlaufs bezüglich der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors festgesetzt. Der Betrieb des Verbrennungsmotors wird außerdem so gesteuert, daß der Verbrennungsmotor mit der festgesetzten Zielleistung oder an dem festgesetzten Zielbetriebspunkt betrieben wird. Weiter wird die Leistung, die der Differenz zwischen der Leistungsanforderung für die Antriebswelle und entweder der festgesetzten Zielleistung oder einer Leistung, die dem festgesetzten Zielbetriebspunkt entspricht, zugeführt/entnommen oder verbraucht. So mit kann die Zielleistung oder der Zielbetriebspunkt des Verbrennungsmotors aufgrund der Leistungsanforderung für die Antriebswelle festgesetzt werden, wobei der mit der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung stehende Wirkungsgradverlauf berücksichtigt wird. Somit kann der Verbrennungsmotor so betrieben werden, daß die Kraftstoffausbeute des Kraftfahrzeugs verbessert wird.

[0007] In einem Kraftfahrzeug gemäß diesem Aspekt kann das Leistungszufuhr-/entnahme-/verbrauchsmittel aus einer Hilfsvorrichtung und einem Hilfsvorrichtungs-Steuermittel bestehen. Die Hilfsvorrichtung wird direkt oder indirekt unter Verwendung mindestens eines Teils der Leistung vom Verbrennungsmotor betrieben. Außerdem steuert das Hilfsvorrichtungs-Steuermittel den Betrieb der Hilfsvorrichtung. So kann die Hilfsvorrichtung mittels einer Leistung betrieben werden, die der Differenz ent-

spricht zwischen der Leistungsanforderung und entweder der Zielleistung oder einer Leistung, die dem Zielbetriebspunkt entspricht.

[0008] Weiter kann in einem Kraftfahrzeug gemäß diesem Aspekt das Mittel zur Festsetzung der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt aufgrund des Leistungsbedarfs der Hilfsvorrichtung bestimmen. Somit kann der Verbrennungsmotor unter Berücksichtigung des Betriebsbedarfs der Hilfsvorrichtung effizient betrieben werden.

[0009] Darüber hinaus kann das Mittel zur Festsetzung der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt so festsetzen, daß der mit der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung stehende Wirkungsgrad innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs liegt. So kann der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors noch weiter verbessert werden.

[0010] Weiter kann gemäß diesem Aspekt das Mittel zur Festsetzung der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt aufgrund des Verlaufs der Wirkungsgradänderung, die mit der Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung steht, als mit der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung stehenden Wirkungsgradverlauf festsetzen. Somit kann eine besser angepaßte Wirkungsgradänderung mit Bezug auf die Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors erhalten werden.

[0011] In einem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug, in dem die Zielleistung aufgrund des mit der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung stehenden Verlaufs der Wirkungsgradänderung festgesetzt wird, kann das Mittel zur Festsetzung der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt so festsetzen, daß der Verbrennungsmotor in einem Leistungsbereich betrieben wird, wo der Umfang der Wirkungsgradänderung, die mit der Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung steht, gering ist. So kann die Kraftstoffausbeute des Verbrennungsmotors stabilisiert werden.

[0012] In einigen erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugen wird die Zielleistung oder der Zielbetriebspunkt aufgrund des mit der Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung stehenden Verlaufs der Wirkungsgradänderung festgesetzt. In diesem Fall kann das Mittel zur Festsetzung der Zielleistung unabhängig von der Leistungsanforderung eine vorgegebene Leistung oder einen vorgegebenen Betriebspunkt als Zielleistung festsetzen, wenn die Zielausgangsleistung, die aufgrund einer Leistungsanforderung oder einer Leistung, die dem vorgegebenen Zielbetriebspunkt entspricht, festgesetzt wurde, in einem Leistungsbereich liegt, in dem der Umfang der Wirkungsgradänderung, die mit der Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung steht, groß ist. So werden die Kraftstoff-Verbrauchswerte des Verbrennungsmotors unabhängig von der Leistungsanforderung weiter stabilisiert. In einigen erfindungsgemäßen Kraftfahr-

zeugen wird die Zielleistung aufgrund der Leistungsanforderung und des Betriebsbedarfs der Hilfsvorrichtung festgesetzt. In diesem Fall kann das Mittel zur Festsetzung der Zielleistung unabhängig von der Leistungsanforderung eine vorgegebene Leistung oder einen vorgegebenen Betriebspunkt festsetzen, wenn die Zielausgangsleistung, die aufgrund einer Leistungsanforderung und eines Betriebsbedarfs der Hilfsvorrichtung oder aufgrund einer Leistung, die dem Zielbetriebspunkt entspricht, festgesetzt wurde, in einem Leistungsbereich liegt, wo der Umfang der Wirkungsgradänderung, die mit der Änderung des Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors in Beziehung steht, groß ist. Somit kann die Kraftstoffausbeute des Verbrennungsmotors noch weiter stabilisiert werden, und zwar unabhängig von einer Leistungsanforderung und dem Betriebsbedarf der Hilfsvorrichtung. In einigen erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugen werden eine vorgegebene Leistung oder ein vorgegebener Betriebspunkt festgesetzt. In diesem Fall können die vorgegebene Leistung oder der vorgegebene Betriebspunkt die Leistung oder der Betriebspunkt sein, bei denen der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors der vorgegebenen Leistung an einem Punkt entspricht, wo der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors ein vorgegebenes hohes Niveau erreicht hat. So kann der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors weiter verbessert werden.

[0013] Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug kann eine Hilfsvorrichtung und ein Hilfsvorrichtungs-Steuermittel als Leistungszufuhr/-entnahme/-verbrauchsmittel umfassen. In diesem Fall kann die Hilfsvorrichtung eine Sekundärbatterie umfassen, die elektrischen Strom aufnehmen kann, der durch Umwandel eines Teils der Leistung vom Verbrennungsmotor erzeugt wird. Weiter kann das Hilfsvorrichtungs-Steuermittel ein Mittel umfassen, welches die Stromaufnahme und -ausgabe der Sekundärbatterie steuert. Einige Kraftfahrzeuge mit dieser Ausgestaltung können die Zielleistung aufgrund des Betriebsbedarfs der Hilfsvorrichtung festsetzen. In diesem Fall kann der Betriebsbedarf der Hilfsvorrichtung den Ladungsbedarf der Sekundärbatterie umfassen. Einige Kraftfahrzeuge mit dieser Ausgestaltung können einen Sensor umfassen, der den Ladungszustand der Sekundärbatterie erfaßt. Weiter kann der Ladungsbedarf der Sekundärbatterie auf dem erfaßten Ladungszustand der Sekundärbatterie beruhen.

[0014] Darüber hinaus kann ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug einen Kraftübertragungs-/wandlungs-Mechanismus umfassen, der einen Teil der Leistung vom Verbrennungsmotor auf die Antriebswelle übertragen und die übrige Leistung in elektrischen Strom umwandeln kann, der dann einem Leistungszufuhr/-entnahme/-verbrauchsmittel zugeführt wird. Der Kraftübertragungs-/umwandlungs-Mechanismus in einem so ausgelegten Kraftfahrzeug umfaßt einen Generator, der aufgrund der zugeführten Leistung vom Verbrennungsmotor elektrischen Strom erzeugt, und ein Leistungszufuhr/-entnahm-

mittel vom Dreiachsen-Typ. Das Leistungszufuhr-/entnahmemittel vom Dreiachsen-Typ weist eine erste Achse auf, die mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors verbunden ist, eine zweite Achse und eine dritte Achse, die jeweils mit einer Drehachse des Generators verbunden sind, worin die Leistung, die von beliebigen zwei der drei Achsen aufgenommen oder ausgegeben wird, die Leistung bestimmt, die von der anderen der drei Achsen aufgenommen oder ausgegeben wird. Der Kraftübertragungs-/umwandlungs-Mechanismus kann einen Elektromotor umfassen, der eine Leistung direkt auf die dritte Achse übertragen kann.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0015] Die genannten und weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen deutlich, worin ähnliche Numerierungen verwendet werden, um ähnliche Elemente zu bezeichnen, und worin:

[0016] Fig. 1 eine schematische Darstellung des Aufbaus eines Hybrid-Kraftfahrzeugs gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist;

[0017] Fig. 2 eine Zeichnung ist, welche die Beziehung zwischen der Zahl der Umdrehungen  $N_s$  einer Sonnenradachse, der Zahl der Umdrehungen  $N_r$  einer Zahnkranzachse und der Zahl der Umdrehungen  $N_c$  eines Trägers darstellt;

[0018] Fig. 3 ein Fließschema ist, das ein Beispiel für eine Betriebssteuerroutine darstellt, die von der elektronischen Hybridsteuereinheit eines Hybrid-Kraftfahrzeugs gemäß einer Ausführungsform der Erfindung durchgeführt wird;

[0019] Fig. 4 ein Kennfeld ist, das die Beziehung zwischen der Beschleunigungselement-Öffnung  $Adrv$ , der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  und der Drehmomentanforderung  $Tr^*$  für die Antriebswelle zeigt;

[0020] Fig. 5 ein Kennfeld ist, das die Beziehung zwischen der Leistungsanforderung  $Pr^*$  für die Antriebswelle, dem Ladungszustand  $SOC$  der Batterie und der Zielleistung  $Pe^*$  des Verbrennungsmotors zeigt;

[0021] Fig. 6 ein Schema ist, das den Aufbau eines Hybrid-Kraftfahrzeugs gemäß einer Modifikation zeigt; und

[0022] Fig. 7 ein Schema ist, das den Aufbau eines Hybrid-Kraftfahrzeugs gemäß einer weiteren Modifikation zeigt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

##### DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0023] Im folgenden wird eine Ausführungsform der Erfindung erläutert. Fig. 1 ist die schematische Darstellung des Aufbaus eines Hybrid-Kraftfahrzeugs 20 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Wie in dieser Figur dargestellt, umfaßt das Hybrid-Kraftfahr-

zeug 20 gemäß der vorliegenden Ausführungsform einen Verbrennungsmotor 22, einen Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 vom Dreiachsen-Typ, der über einen Dämpfer 28 mit einer Kurbelwelle 26 verbunden ist, die als Abtriebswelle des Verbrennungsmotors 22 dient, einen Motor/Generator MG1, der elektrischen Strom erzeugen kann und der mit dem Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 verbunden ist, einen Motor/Generator MG2, der ebenfalls mit dem Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 verbunden ist, eine Batterie 50, die als Hilfsvorrichtung dient und elektrischen Strom zwischen dem Motor/Generator MG1 und dem Motor/Generator MG2 tauscht, und eine elektronische Steuereinheit 70 für das Hybridfahrzeug (im folgenden als Hybrid-ECU bezeichnet), welche das gesamte Antriebssystem des Fahrzeugs steuert.

[0024] Der Verbrennungsmotor 22 erzeugt mittels Kohlenwasserstoff-Kraftstoff, beispielsweise Benzin oder Leichtöl, eine Leistung. Der Verbrennungsmotor 22 unterliegt einer Betriebssteuerung, beispielsweise einer Kraftstoffeinspritz-Steuerung, einer Zündsteuerung und einer Ansaugluftmengen-Regulierung, durch eine elektronische Steuereinheit 24 für den Verbrennungsmotor 22 (im folgenden als Verbrennungsmotor-ECU bezeichnet). Die Verbrennungsmotor-ECU 24 empfängt Signale von verschiedenen Sensoren, welche den Betriebszustand des Verbrennungsmotors 22 erfassen. Die Verbrennungsmotor-ECU 24 kommuniziert mit der Hybrid-ECU 70 und steuert den Betrieb des Verbrennungsmotors 22 aufgrund eines Steuersignals von der Hybrid-ECU 70. Außerdem sendet die Verbrennungsmotor-ECU 24 falls nötig Daten, die den Betriebszustand des Verbrennungsmotors 22 betreffen, an die Hybrid-ECU 70.

[0025] Der Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 umfaßt ein Sonnenrad 31; bei dem es sich um ein außenverzahntes Rad handelt, einen Zahnkranz 32, bei dem es sich um ein innenverzahntes Rad handelt, das konzentrisch mit dem Sonnenrad 31 angeordnet ist, eine Vielzahl von Ritzeln 33, die sowohl mit dem Sonnenrad 31 als auch dem Zahnkranz 32 kämmen, und einen Träger 34, der die Vielzahl von Ritzeln 33 so hält, daß sie sich drehen und umlaufen können. Diese Bauteile stellen einen Planetengetriebemechanismus dar, der mittels des Sonnenrads 31, des Zahnkratzes 32 und des Trägers 34 als Drehelemente eine Differentialwirkung ausübt. Fig. 2 zeigt die Beziehung der Zahl der Umdrehungen  $N_s$  des Sonnenrads 31, der Zahl der Umdrehungen  $N_r$  des Zahnkratzes 32 und der Zahl der Umdrehungen  $N_c$  des Trägers 34. Wenn ein Drehmoment  $T_c$  auf den Träger 34 übertragen wird, wird es als Drehmoment  $T_{cs}$  auf das Sonnenrad 31 und als Drehmoment  $T_{cr}$  auf den Zahnkranz 32 übertragen. Fig. 2 zeigt auch das Drehmoment  $T_{cs}$  und das Drehmoment  $T_{cr}$ . Wie in dieser Figur gezeigt, kann unter der Voraussetzung, daß das Zähnezahlverhältnis des Planetengetriebes 30 (das Verhältnis der Zahl

der Zähne des Sonnenrads 31 zur Zahl der Zähne des Zahnkranzes 32)  $p$  ist, die Zahl der Umdrehungen  $N_c$  des Trägers 34 durch die folgende Formel (1) ausgedrückt werden, wobei die Zahl der Umdrehungen  $N_s$  des Sonnenrads 31 und die Zahl der Umdrehungen  $N_r$  des Zahnkranzes 32 verwendet werden wie in Fig. 2 gezeigt.

[Gleichung 1]

$$[0026] N_c = N_s \cdot p / (1 + p) + N_r \cdot 1 / (1 + p) \dots (1)$$

[0027] Darüber hinaus können das Drehmoment  $T_{cs}$  und das Drehmoment  $T_{cr}$ , die auf das Sonnenrad 31 bzw. den Zahnkranz 32 übertragen werden, wenn das Drehmoment  $T_c$  auf den Träger 34 übertragen wird, durch die folgenden Formeln (2), (3) unter Verwendung des Zähnezahlverhältnisses  $p$  ausgedrückt werden.

[Gleichung 2]

[0028]

$$T_{cs} = T_c \cdot p / (1 + p) \dots (2)$$

$$T_{cr} = T_c \cdot 1 / (1 + p) = T_{cs} / p \dots (3)$$

[0029] Im Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 ist die Kurbelwelle 26 des Verbrennungsmotors 22 mit dem Träger 34 verbunden, der Motor/Generator MG1 ist mit dem Sonnenrad 31 verbunden, und der Motor/Generator MG2 ist mit dem Zahnkranz 32 verbunden. Wenn der Motor/Generator MG1 als Generator fungiert, wird somit die Kraft vom Verbrennungsmotor 22, die über den Träger 34 mitgeteilt wird, gemäß dem Zähnezahlverhältnis  $p$  auf die Seite des Sonnenrads 31 und auf die Seite des Zahnkranzes 32 verteilt. Wenn der Motor/Generator MG1 dagegen als Elektromotor fungiert, werden die Leistung vom Verbrennungsmotor 22, die über den Träger 34 mitgeteilt wird, und die Leistung vom Motor/Generator MG1, die über das Sonnenrad 31 mitgeteilt wird, gemeinsam auf den Zahnkranz 32 übertragen. Darüber hinaus ist der Zahnkranz 32 über ein Umschlingungsmittel 36, einen Getriebemechanismus 37 und ein Differentialgetriebe 38 mechanisch mit den Antriebsräden 39a, 39b des Fahrzeugs verbunden. Daher wird die Leistung, die auf den Zahnkranz 32 übertragen wurde, über das Umschlingungsmittel 36, den Getriebemechanismus 37 und das Differentialgetriebe 38 auf die Antriebsräder 39a, 39b des Fahrzeugs übertragen. Wenn man den Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 als Antriebssystem betrachtet, sind die drei Achsen, die mit dem Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 verbunden sind, die Kurbelwelle 26; die mit dem Träger 34 verbunden ist und als Abtriebswelle des Verbrennungsmotors 22 dient; eine Sonnenradachse 31a, die mit dem Son-

nenrad 31 verbunden ist und als Drehachse des Motor/Generators MG1 dient, und eine Zahnkranzachse 32a, die mit dem Zahnkranz 32 verbunden ist und als Antriebswelle dient und mechanisch mit den Antriebsräden 39a, 39b verbunden ist.

[0030] Der Motor/Generator MG1 und der Motor/Generator MG2 sind wie ein bekannter Synchron-Motor/Generator ausgelegt, bei dem beide Motor/Generatoren sowohl als Generator als auch als Elektromotor angetrieben werden können. Sie tauschen über die Wechselrichter 41, 42 elektrischen Strom mit der Batterie 50 aus. Stromleitungen 54, welche die Wechselrichter 41, 42 und die Batterie 50 miteinander verbinden, sind als Anodenbuslinie und Kathodenbusline gestaltet, die sich die Wechselrichter 41, 42 teilen. Somit kann der Strom, der von einem der Motor/Generatoren MG1, MG2 erzeugt wird, vom anderen Motor/Generator verbraucht werden. Daher wird die Batterie 50 mittels des Stroms, der von den Motor/Generatoren MG1, MG2 erzeugt wird, und eines Strommangels aufgeladen bzw. entladen. Man beachte, daß dann, wenn der elektrische Strom des Motorgenerators MG1 und des Motorgenerators MG2 ausgeglichen ist, die Batterie 50 nicht aufgeladen oder entladen wird. Die Ansteuerung der beiden Motorgeneratoren MG1, MG2 wird durch eine elektronische Steuereinheit 40 für den Motor/-Generator (im folgenden als Motor/Generator-ECU 40) bezeichnet, durchgeführt. Die Motor/Generator-ECU 40 empfängt Signale, die für die Ansteuerung der Motor/Generatoren MG1, MG2 notwendig sind. Beispiele für diese Signale umfassen ein Signal von den Drehstellungs-Sensoren 43, 44, welche die Drehstellung des Rotors der Motor/-Generatoren MG1, MG2 erfassen, und den Elektrodenstrom, der von einem nicht gezeigten Stromsensor erfaßt wird und mit dem die Motor/Generatoren MG1, MG2 versorgt werden. Die Motor/Generator-ECU 40 sendet Schaltsteuersignale an die Wechselrichter 41, 42. Die Motor/Generator-ECU 40 berechnet die Zahl der Umdrehungen  $N_m1$ ,  $N_m2$  der Rotoren der Motor/Generatoren MG1, MG2 mittels einer nicht dargestellten Berechnungsroutine für die Zahl der Umdrehungen, und zwar aufgrund der Signale, die von den Drehstellungs-Sensoren 43, 44, erhalten werden. Die Zahl der Umdrehungen  $N_m1$ ,  $N_m2$  entspricht der Zahl der Umdrehungen  $N_s$  der Sonnenradachse 31a bzw. der Zahl der Umdrehungen  $N_r$  der Zahnkranzachse 32a, da der Motor/Generator MG1 mit dem Sonnenrad 31 verbunden ist, und der Motor/Generator MG2 mit dem Zahnkranz verbunden ist. Die Motor/Generator-ECU 40 kommuniziert mit der Hybrid-ECU 70, führt die Ansteuerung der Motor/Generatoren MG1, MG2 aufgrund eines Steuersignals von der Hybrid-ECU 70 durch, und sendet, falls erforderlich, Daten bezüglich des Betriebszustands der Motor/Generatoren MG1, MG2 an die Hybrid-ECU 70.

[0031] Die Batterie 50 wird von einer elektronischen Steuereinheit 52 für die Batterie (im folgenden als Batterie-ECU bezeichnet) geregelt. Die Batterie-ECU

**52** empfängt Signale, die sie für die Regelung der Batterie **50** benötigt. Beispiele für diese Signale umfassen die Spannung zwischen den Anschlüssen von einem Spannungssensor, der nicht gezeigt ist und der zwischen zwei Anschlüssen der Batterie angeordnet ist, den Strom für die Aufladung und die Entladung von einem Stromsensor, der nicht gezeigt ist und der in der Stromleitung **54** angeordnet ist, die mit dem Ausgangsanschluß der Batterie **50** verbunden ist, und die Batterietemperatur von einem Temperatursensor, der nicht gezeigt ist und der an der Batterie **50** installiert ist. Falls nötig, sendet die Batterie-ECU **52** Daten bezüglich des Zustands der Batterie **50** zur Hybrid-ECU **70**. Um die Batterie **50** zu regeln, berechnet die Batterie-ECU **52** darüber hinaus aufgrund der Summe des aufgeladenen und entladenen Stroms, der vom Stromsensor erfaßt wird, den Ladungszustand (SOC) sowie die Spannung zwischen den Anschlüssen, die vom Spannungssensor erfaßt wird.

[0032] Die Hybrid-ECU **70** ist als Mikroprozessor ausgelegt, der in erster Linie aus einer CPU **72** besteht. Die Hybrid-ECU **70** umfaßt einen ROM **74**, in dem ein Verarbeitungsprogramm hinterlegt ist, einen RAM **76**, der Daten zwischenspeichert, sowie einen I/O-Anschluß und einen Kommunikationsanschluß, die nicht dargestellt sind. Die Hybrid-ECU **70** empfängt über den Eingangsanschluß ein Zündsignal, die Schaltstellung SP vom Schaltstellungs-Sensor **82**, der die Betriebsstellung eines Schalthebels **81** erfaßt, die Beschleunigungselement-Öffnung Adrv vom Gaspedal-Stellungssensor **84**, der die Beschleunigungselement-Öffnung Adrv erfaßt, welche dem Verstellweg eines Bremspedals **83** entspricht, die Bremspedal-Stellung BP vom Bremspedalstellungs-Sensor **86**, der den Verstellweg des Bremspedals **85** erfaßt, und die Fahrzeuggeschwindigkeit V vom Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensor **88**. Wie oben beschrieben, ist die Hybrid-ECU **70** über einen Kommunikationsanschluß mit der Verbrennungsmotor-ECU **24**, der Motor/Generator-ECU **40** und der Batterie-ECU **52** verbunden, so daß sie verschiedene Steuersignale und Daten mit der Verbrennungsmotor-ECU **24**, der Motor/Generator-ECU **40** und der Batterie **52** austauschen kann.

[0033] In dem wie oben beschrieben aufgebauten, erfundengemäßigen Hybrid-Kraftfahrzeug **20** wird die Drehmomentanforderung für die Zahnkranzachse **32a**, welche als Antriebswelle dient, aufgrund der Fahrzeuggeschwindigkeit V und der Beschleunigungselement-Öffnung Adrv, die dem Verstellweg des Gaspedals **83** durch einen Fahrer entspricht, berechnet. Daraufhin wird der Betrieb des Verbrennungsmotors **22**, des Motor-/Generators MG1 und des Motor/Generators MG2 so gesteuert, daß die erforderliche Leistung, welche dieser Drehmomentanforderung entspricht, auf die Zahnkranzachse **32a** übertragen wird. Beispiele für die Betriebssteuerung durch die Verbrennungsmotor-ECU **24**, die Motor/Generator-ECU **40** und die Batterie-ECU **52** um-

fassen einen Normalbetriebsmodus, einen Ladungsbetriebsmodus, einen Entladungsbetriebsmodus und einen Motor/Generator-Betriebsmodus. Im Normalbetriebsmodus wird der Betrieb des Verbrennungsmotors **22** so gesteuert, daß der Verbrennungsmotor **22** eine Leistung abgibt, welche der Leistungsanforderung entspricht. Gleichzeitig wird die Ansteuerung des Motor/Generators MG1 und des Motor/Generators MG2 so durchgeführt, daß die gesamte Leistung, die vom Verbrennungsmotor **22** ausgegeben wird, vom Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus **30**, dem Motor/Generator MG1 und dem Motor/Generator MG2 in ein Drehmoment umgewandelt und weiter auf die Zahnkranzachse **32a** übertragen wird. Im Ladungsbetriebsmodus wird der Betrieb des Verbrennungsmotors **22** so gesteuert, daß der Verbrennungsmotor **22** eine Leistung abgibt, welche der Summe aus der Leistungsanforderung und der elektrischen Leistung entspricht, die für das Laden der Batterie **50** erforderlich ist, wenn der Ladungszustand SOC der Batterie **50** unter einem Wert S1 liegt. Außerdem wird die Ansteuerung des Motor/Generators MG1 und des Motor/Generators MG2 so durchgeführt, daß die Leistung, die vom Verbrennungsmotor **22** abgegeben wird, vom Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus **30**, dem Motor/Generator MG1 und dem Motor/Generator MG2 in ein Drehmoment umgewandelt und weiter auf die Zahnkranzachse **32a** übertragen wird, während die Batterie **50** aufgeladen wird. Dagegen wird im Entladungsbetriebsmodus der Betrieb des Verbrennungsmotors **22** so gesteuert, daß der Verbrennungsmotor **22** eine Leistung ausgibt, die der Differenz zwischen der Leistungsanforderung und der von der Batterie **50** abgegebenen elektrischen Leistung entspricht, wenn der Ladungszustand SOC der Batterie **50** gleich oder größer ist als ein Wert Sh. Außerdem wird die Ansteuerung des Motor/Generators MG1 und des Motor/Generators MG2 so durchgeführt, daß die Leistung, welche vom Verbrennungsmotor **22** abgegeben wird, vom Leistungszufuhr/entnahmemechanismus **30**, dem Motor/Generator MG1 und dem Motor/Generator MG2 in ein Drehmoment umgewandelt und weiter auf die Zahnkranzachse **32a** übertragen wird, während die Batterie **50** entladen wird. Im Motor/Generator-Betriebsmodus wird der Betrieb so gesteuert, daß der Betrieb des Verbrennungsmotors **22** bei einer relativ niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeit unterbrochen wird, und eine Leistung, welche der Drehmomentanforderung entspricht, vom Motor/Generator MG2 auf die Zahnkranzachse **32a** übertragen wird.

[0034] Im folgenden wird der Betrieb des erfundengemäßigen Hybrid-Kraftfahrzeugs **20** erklärt. Fig. 3 ist ein Fließschema, das ein Beispiel für die Betriebssteuerungs-Routine zeigt, die gemäß der Erfindung von der Hybrid-ECU **70** durchgeführt wird. Diese Routine wird in vorbestimmten Zeitintervallen wiederholt (beispielsweise alle 20 Millisekunden), wenn beispielsweise der oben beschriebene Normalbetriebsmodus oder Ladungsbetriebsmodus als Be-

triebsmodus eingestellt sind.

[0035] Die Betriebssteuerungs-Routine wird durchgeführt wie folgt. Zuerst liest die CPU 72 der Hybrid-ECU 70 die vom Gaspedalstellungs-Sensor 84 ermittelte Beschleunigungselement-Öffnung Adrv und die vom Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensor 88 ermittelte Fahrzeuggeschwindigkeit V, den von der Batterie-ECU 52 berechneten und durch Kommunikation übermittelten Ladungszustand SOC der Batterie 50 und die von der Motor/Generator-ECU 40 berechneten und durch Kommunikation übermittelten Zahl der Umdrehungen Ns, Nr der Sonnenradachse 31a bzw. der Zahnkranzachse 32a (Schritt S100). Danach setzt die CPU 72 die Drehmomentanforderung Tr\* für die Zahnkranzachse 32a, die als Antriebswelle dient, aufgrund der Beschleunigungselement-Öffnung Adrv und der Fahrzeuggeschwindigkeit V (Schritt S102). In dieser Ausführungsform wird dieser Vorgang durch Vorabbestimmung der Beziehung zwischen der Beschleunigungselement-Öffnung Adrv, der Fahrzeuggeschwindigkeit V und der Drehmomentanforderung Tr\* und durch deren Hinterlegung als Kennfeld für die Festsetzung der Drehmomentanforderung im ROM 74 durchgeführt. Danach, wenn die Beschleunigungselement-Öffnung Adrv und die Fahrzeuggeschwindigkeit V gegeben sind, wird die entsprechende Drehmomentanforderung Tr\* aus dem Kennfeld für die Festsetzung der Drehmomentanforderung abgeleitet. Ein Beispiel für das Kennfeld ist in Fig. 4 dargestellt.

[0036] Nachdem die Drehmomentanforderung Tr\* festgesetzt wurde, setzt die CPU 72 durch Multiplizieren der Drehmomentanforderung Tr\* mit der Zahl der Umdrehungen Nr der Zahnkranzachse 32a die Leistungsanforderung Pr\* für die Antriebswelle (d.h. die Zahnkranzachse 32) (Schritt S104). Weiter setzt die CPU 72 aufgrund des ermittelten Ladungszustands SOC der Batterie 50 die elektrische Batterieaufladungsleistung Pbi fest (Schritt S106). Weiter setzt die CPU 72 durch Addieren der Leistungsanforderung Pr\* und der elektrischen Batterieaufladungsleistung Pe\* die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors fest (Schritt S108).

[0037] Nach dem Festsetzen der Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors stellt die CPU 72 fest, ob die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors unter einem vorbestimmten Minimalwert Plow liegt (Schritt S110). Wenn sie feststellt, daß die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors unter dem vorbestimmten Minimalwert Plow liegt, ändert die CPU 72 die Festsetzung der Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors und der elektrischen Batterieaufladungsleistung Pbi, die in den Schritten S106, S108 festgesetzt wurden (Schritt S112). Genauer ändert die CPU 72 die Festsetzung der Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors auf den Minimalwert Plow und diejenige der elektrischen Batterieaufladungsleistung Pbi auf einen Wert, der durch Subtrahieren der Leistungsanforderung Pr\* vom Minimalwert Plow erhalten wird. In dieser Ausführungsform werden die Zielleistung des

Verbrennungsmotors Pe\* und die elektrische Batterieaufladungsleistung Pbi festgesetzt bzw. es wird ihre Festsetzung geändert durch Berechnungen in den Schritten S106 bis S112. Allerdings kann anstelle der Berechnungen in den Schritten S106 bis S112 ein Kennfeld verwendet werden. Genauer wird die Beziehung zwischen der Leistungsanforderung Pr\* für die Antriebswelle, dem Ladungszustand SOC der Batterie 50 und der Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors vorabbestimmt und im ROM 74 als Kennfeld für die Festsetzung der Zielleistung des Verbrennungsmotor hinterlegt. Danach wird, wenn die Leistungsanforderung Pr\* und der Ladungszustand SOC gegeben sind, die entsprechende Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors aus dem Kennfeld für die Festsetzung der Zielleistung des Verbrennungsmotors abgeleitet. Weiter kann die elektrische Batterieaufladungsleistung Pbi als Wert festgesetzt werden, der durch Subtrahieren der Leistungsanforderung Pr\* für die Antriebswelle von der abgeleiteten Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors erhalten wird. Fig. 5 zeigt ein Beispiel für ein Kennfeld für die Festsetzung der Zielleistung des Verbrennungsmotors. Die Beziehung zwischen der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors und dem Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors ist ebenfalls in Fig. 5 dargestellt. Hier wird der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors als Verbrennungsmotor-Wirkungsgrad mit Bezug auf die Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors ausgedrückt, und zwar unter der Annahme, daß der Verbrennungsmotor 22 an einem Punkt betrieben wird, wo der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors am höchsten ist (d.h. einem Betriebspunkt, der anhand des Drehmoments und der Zahl der Umdrehungen bestimmt wurde). Der Minimalwert Plow für die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors in Schritt S110, der in Fig. 5 dargestellt ist, wird so festgesetzt, daß er der Ausgangsleistungswert ist, bei dem der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors 22 am höchsten ist. Diese Festsetzung beruht auf der Tatsache, daß, falls der Verbrennungsmotor 22 in einem Ausgangsleistungsbereich betrieben wird, der unter dem Minimalwert Plow liegt, der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors (die Kraftstoffausbeute) schlechter wird, und die Wirkungsgradänderung mit Bezug auf die Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors 22 ebenfalls groß ist, was dazu führt, daß der Wirkungsgrad (die Kraftstoffausbeute) instabil wird. Somit kann durch Festsetzen der Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors auf einen Wert, der gleich oder höher ist als der Minimalwert Plow die Kraftstoffausbeute verbessert und stabilisiert werden. Man beachte, daß überschüssige Leistung, die vom Verbrennungsmotor 22 aufgrund der Festsetzung der Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors auf den Minimalwert Plow erzeugt werden kann, von der Motor/Generator MG1 in elektrischen Strom umgewandelt und in die Batterie 50 geladen wird. Es kann vorkommen, daß die Batterie 50 auch dann mit elektrischem Strom

aufgeladen wird, wenn der Normalbetriebsmodus als Betriebsmodus festgesetzt wurde. Da der Ladungszustand SOC der Batterie 50 im Normalbetriebsmodus jedoch in einem Bereich zwischen dem Wert S1 und dem Wert Sh liegt, wird die Batterie 50 nicht überladen. Daher kann sogar in diesem Fall eine elektrische Aufladung zugelassen werden.

[0038] Wenn die Zielleistung  $Pe^*$  des Verbrennungsmotors festgesetzt wurde, setzt die CPU 72 das Zieldrehmoment  $Te^*$  und die Zielzahl der Umdrehungen  $Ne^*$  als Betriebspunkt fest, an dem der Verbrennungsmotor 22 mit der Zielleistung  $Pe^*$  am effektivsten betrieben werden kann (d.h. den Betriebspunkt, der anhand des Drehmoments und der Zahl der Umdrehungen ermittelt wurde) (Schritt S114). Als nächstes berechnet die CPU 72 die Zielzahl der Umdrehungen  $Nm1$  des Motorgenerators MG1 anhand des Zähnezahlverhältnisses  $\rho$  des Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30, die Zielzahl der Umdrehungen  $Ne^*$  des Verbrennungsmotors 22 (d.h. die Zahl der Umdrehungen  $Nc$  des Trägers 34) und die Zahl der Umdrehungen  $Nr$  der Zahnkranzachse 32a (Schritt S116). Wie oben beschrieben, besteht eine in Formel (1) dargestellte Beziehung zwischen der Zahl der Umdrehungen  $Ns$  des Sonnenrads 31, der Zahl der Umdrehungen  $Nc$  des Trägers 34 und der Zahl der Umdrehungen  $Nr$  des Zahnkranzes 32. Außerdem sind die Kurbelwelle 26 des Verbrennungsmotors 22 und der Motor/Generator MG1 mit dem Träger 34 bzw. mit dem Sonnenrad 31 verbunden. Daher ist es möglich, die Zahl der Umdrehungen  $Ne^*$  des Verbrennungsmotors 22 zu berechnen, welche der Zahl der Umdrehungen  $Nc$  des Trägers 34, der Zahl der Umdrehungen  $Nr$  des Zahnkranzes 32 und dem Zähnezahlverhältnis  $\rho$  entspricht. Außerdem kann die errechnete Zahl der Umdrehungen  $Ns$  des Sonnenrads 31 als Zielzahl der Umdrehungen  $Nm1^*$  des Motor-/Generators MG1 festgesetzt werden.

[0039] Nach dem Festsetzen der Zielzahl der Umdrehungen  $Nm1^*$  des Motor/Generators MG1 wird das Zieldrehmoment  $Tm1^*$ ,  $Tm2^*$  für die Motorgeneratoren MG1, MG2 aufgrund des Zähnezahlverhältnisses  $\rho$  des Planetengetriebes 30 festgesetzt (Schritt 5118). Das Zieldrehmoment  $Tm1^*$  für den Motor/Generator MG1 kann so festgesetzt werden, daß es mit dem Drehmoment-Anteil  $Tcs$  abgeglichen wird, den das Sonnenrad 31 erhält, wenn das Zieldrehmoment  $Te^*$  des Verbrennungsmotors 22 als Drehmoment  $Tc$  auf den Träger 34 übertragen wird, und zwar als die Beziehung zwischen den Drehmomenten, die in Fig. 2 gezeigt ist. Das heißt, das Zieldrehmoment  $Tm1^*$  des Motor-/Generators MG1 kann mittels der folgenden Formel (4) berechnet werden, unter der Annahme, daß das Zieldrehmoment  $Tm1^*$  der Wert ist, bei dem das Drehmoment  $Tcs$  zwischen plus und minus wechselt. Andererseits kann das Zieldrehmoment  $Tm2^*$  des Motor/Generators MG2 mittels der folgenden Formel (5) so berechnet werden, daß die Drehmomentanforderung  $Tr^*$ , die in Schritt

S102 festgesetzt wurde, auf den Zahnkranz 32 übertragen wird, wobei der Drehmomentanteil  $Tcr$  ( $= Tcs/\rho$ ) berücksichtigt wird, der direkt vom Verbrennungsmotor 22 erhalten wird.

[Gleichung 3]

[0040]

$$Tm1^* = -Te^* \cdot \rho / (1 + \rho) \dots \quad (4)$$

$$Tm2^* = Tr^* - Te^* \cdot \rho / (1 + \rho) \dots \quad (5)$$

[0041] Wie oben beschrieben, werden jeweils die Zielleistung  $Pe^*$  und das Zieldrehmoment  $Te^*$  des Verbrennungsmotors 22, das Zieldrehmoment  $Tm1^*$  und die Zielzahl der Umdrehungen  $Nm1^*$  des Motor/Generators MG1 und das Zieldrehmoment  $Tm2^*$  des Motorgenerators MG2 festgesetzt. Danach gibt die ECU 72 Befehle an die ECU 24 des Verbrennungsmotors aus, damit der Verbrennungsmotor 22 das Zieldrehmoment  $Te^*$  ausgibt, sowie Befehle an die Motor/Generator-ECU 40, damit der Motorgenerator MG1 mit dem Zieldrehmoment  $Tm1^*$  und mit der Zielzahl der Umdrehungen  $Nm1^*$  angetrieben wird, und daß der Motor/Generator MG2 mit dem Zieldrehmoment  $Tm2^*$  angetrieben wird (Schritt S120). Dann endet diese Routine. Die ECU 24 des Verbrennungsmotors, welche diese Befehle empfangen hat, steuert den Betrieb des Verbrennungsmotors 22 so, daß der Verbrennungsmotor 22 ein Drehmoment ausgibt, das dem Zieldrehmoment  $Te^*$  entspricht. Weiter steuert die Motor/Generator-ECU 40, welche diese Befehle empfangen hat, die Zahl der Umdrehungen des Motor/Generators MG1 so, daß der Motor/Generator MG1 sich mit der Zielzahl der Umdrehungen  $Nm1^*$  dreht, während das Zieldrehmoment  $Tm1^*$  ausgegeben wird. Gleichzeitig steuert die Motor/Generator-ECU 40 den Motor/Generator MG2 so, daß der Motor/Generator MG2 sich mit der Zielzahl der Umdrehungen  $Nm1^*$  dreht, während ein Drehmoment ausgegeben wird, das dem Zieldrehmoment  $Tm2^*$  entspricht.

[0042] In dem oben beschriebenen erfindungsgemäßen Hybrid-Kraftfahrzeug wird der Minimalwert  $Plow$  für die Zielleistung  $Pe^*$  des Verbrennungsmotors so festgesetzt, daß ein Betrieb des Verbrennungsmotors 22 in einem Bereich niedriger Ausgangsleistung verhindert wird, wo der Wirkungsgrad mit Bezug auf die Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors 22 schlecht ist und die Wirkungsgradänderung bezüglich der Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors 22 groß ist. Demgemäß wird der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors 22 verbessert und stabilisiert. Infolgedessen kann die Kraftstoffausbeute des Verbrennungsmotors 22, und auch des Kraftfahrzeugs 20 weiter verbessert und stabilisiert werden. Da es sich bei dem

festgesetzten Minimalwert Plow um einen Wert handelt, bei dem der Wirkungsgrad mit Bezug auf die Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors 22 optimal ist, kann die Kraftstoffausbeute des Verbrennungsmotors 22 (des Hybrid-Kraftfahrzeugs 20) weiter verbessert werden. Darüber hinaus kann die Batterie 50 mittels eines Leistungsüberschusses geladen werden, der erzeugt wird, weil die Zielleistung des Verbrennungsmotors Pe\* auf den Minimalwert Plow gesetzt wurde.

[0043] In dem erfindungsgemäßen Hybrid-Kraftfahrzeug 20 wird die Betriebssteueroutine in **Fig. 3** durchgeführt, wenn der Betriebsmodus der Ladungsbetriebsmodus oder der Normalbetriebsmodus ist. Es kann jedoch auch sein, daß die Betriebssteueroutine im Normalbetriebsmodus nicht durchgeführt wird.

[0044] Im erfindungsgemäßen Hybrid-Kraftfahrzeug 20 wird der Minimalwert Plow für die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors auf den Ausgangsleistungswert für den Verbrennungsmotor 22 gesetzt, bei dem der Wirkungsgrad bezüglich der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors 22 optimal ist. Der Minimalwert Plow kann jedoch auch so gesetzt werden, daß der Verbrennungsmotor so betrieben wird, daß der Umfang der Wirkungsgradänderung mit Bezug auf die Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors 22 geringer ist als ein vorgegebener Wert. Alternativ dazu kann der Minimalwert Plow so festgesetzt werden, daß der Verbrennungsmotor so betrieben wird, daß die Wirkungsgradänderung mit Bezug auf die Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors 22 größer ist als ein vorgegebener Wert.

[0045] Im erfindungsgemäßen Hybrid-Kraftfahrzeug 20 beruht die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors auf der Leistungsanforderung Pr\*, wobei der Aufladungsbedarf (der Ladungszustand SOC) der Batterie 50, die als Hilfsvorrichtung dient, berücksichtigt wird. Die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors kann jedoch auch unter Berücksichtigung des Betriebsbedarfs einer anderen Hilfsvorrichtung festgesetzt werden, die direkt oder indirekt mittels der Leistung vom Verbrennungsmotor betrieben wird, beispielsweise aufgrund des Antriebsbedarfs des Kompressors einer Klimaanlage.

[0046] Im Hybrid-Kraftfahrzeug 20 gemäß dieser Ausführungsform wird die Summe der elektrischen Batterieaufladungsleistung Pbi, die aufgrund der Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors festgesetzt wurde, und der elektrischen Batterieaufladungsleistung Pb1, die aufgrund des Ladungszustands SOC festgesetzt wurde, erhalten. Dann wird die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors in den Minimalwert Plow umgewandelt, und zwar unabhängig von der elektrischen Batterieaufladungsleistung Pb1, wenn die Summe unter dem Minimalwert Plow liegt. Andererseits bleibt die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors unverändert, wenn die Summe gleich oder größer ist als der Minimalwert Plow. Die Zielleis-

tung Pe\* des Verbrennungsmotors kann jedoch auch unabhängig vom Ladungszustand SOC auf den Minimalwert Plow geändert werden, wenn die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors, die aufgrund der Leistungsanforderung Pr\* festgesetzt wurde, unter dem Minimalwert Plow liegt. Andererseits kann die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors durch Addieren der elektrischen Batterieaufladungsleistung Pbi, die aufgrund des Ladungszustands SOC festgesetzt wurde, zur Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors geändert werden, wenn die Zielleistung Pe\* gleich oder größer ist als der Minimalwert Plow.

[0047] In dem Hybrid-Kraftfahrzeug 20 gemäß dieser Ausführungsform wird nach der Festsetzung der Verbrennungsmotor-Zielleistung Pe\* der Zielbetriebspunkt, bei dem der Verbrennungsmotor 22 effizient betrieben werden kann (d.h. das Zieldrehmoment Te\* und die Zielzahl der Umdrehungen Ne\* des Verbrennungsmotors) bestimmt. Es ist jedoch auch möglich, den Zielbetriebspunkt direkt festzusetzen, ohne die Zielleistung Pe\* des Verbrennungsmotors festzusetzen.

[0048] Das Hybrid-Kraftfahrzeug 20 gemäß dieser Ausführungsform besteht aus dem Verbrennungsmotor 22, dem Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 vom Dreiachsen-Typ, der mit der Abtriebswelle (der Kurbelwelle 26) des Verbrennungsmotors 22 verbunden ist, dem Motor/Generator MG1, der elektrischen Strom erzeugen kann und der mit dem Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 verbunden ist, und dem Motor/Generator MG2, der mit dem Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus 30 und mit der Antriebswelle (der Zahnkranzachse 32a) verbunden ist, die mit den Antriebsräden 39a, 39b verbunden ist. Die Erfindung kann jedoch auf jedes Hybrid-Kraftfahrzeug angewendet werden, solange dieses Hybrid-Kraftfahrzeug mittels der Leistung von einem Verbrennungsmotor und der Leistung von einem Elektromotor laufen kann, und solange es eine Hilfsvorrichtung (einschließlich einer Sekundärbatterie) besitzt, die mittels zumindest eines Teils der Leistung vom Verbrennungsmotor direkt oder indirekt betrieben werden kann. Beispielsweise kann die Erfindung auf ein Hybrid-Kraftfahrzeug angewendet werden, das einen Verbrennungsmotor, einen Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus vom Dreiachsen-Typ, der mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors verbunden ist, einen Motor/Generator, der in der Lage ist, elektrischen Strom zu erzeugen, und der mit dem Leistungszufuhr-/entnahmemechanismus verbunden ist, und eine Kraftübertragungsvorrichtung (beispielsweise ein stufenlos verstellbares Getriebe) umfaßt. Weiter kann die Erfindung auf ein Hybrid-Kraftfahrzeug 120 angewendet werden, wie es in **Fig. 6** dargestellt ist, das folgendes umfaßt: eine Brennkraftmaschine 122, einen Motor 190, der einen Innenrotor 192, der mit der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine 122 verbunden ist, und einen Außenrotor 194 umfaßt, der an der Antriebswelle 198 installiert ist, die mit den Antriebsräden 139a, 139b ver-

bunden ist, und sich durch die elektromagnetische Wirkung des Innenrotors 192 und des Außenrotors 193 relativ dreht, und einen Motor 196, der mechanisch mit der Antriebswelle verbunden ist, so daß er eine Leistung direkt auf die Antriebswelle 198 übertragen kann. Darüber hinaus kann die Erfindung auf ein Hybrid-Kraftfahrzeug 220 angewendet werden wie es in **Fig. 7** dargestellt ist, das eine Brennkraftmaschine 222, einen Motor 290, der über eine Kuppelung 292 mit der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine 222 verbunden ist, und eine Kraftübertragungsvorrichtung (beispielsweise ein stufenlos verstellbares Getriebe), die mit der Drehachse des Elektromotors 290 und einer Antriebswelle verbunden ist, die mit den Antriebsrädern 239a, 239b verbunden ist. Weiter kann die Erfindung auf ein Kraftfahrzeug angewendet werden, bei dem es sich um kein Hybrid-Kraftfahrzeug handelt, solange es einen Mechanismus einschließt, der in der Lage ist, eine Leistung zuzuführen/zu entnehmen/zu verbrauchen, welche dem Unterschied zwischen der Leistung des Verbrennungsmotors und der Leistungsanforderung für die Antriebswelle entspricht.

[0049] Wie oben angegeben, wurde eine Ausführungsform der Erfindung erklärt. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsform und ihre Modifikationen beschränkt, und es liegt auf der Hand, daß die Erfindung in verschiedenen Modifikationen ausgeführt werden kann, solange diese nicht vom Gedanken der Erfindung abweichen.

### Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug, umfassend einen Verbrennungsmotor (22), der in der Lage ist, Leistung auf eine Antriebswelle (32a) zu übertragen, **dadurch gekennzeichnet**, daß es folgendes umfaßt:  
 ein Mittel (70) zur Festsetzung der Zielleistung, die vom Verbrennungsmotor (22) ausgegeben werden soll, oder eines Zielbetriebspunkts aufgrund der Leistungsanforderung für die Antriebswelle (32a) und des Wirkungsgradverlaufs mit Bezug auf die Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22);  
 ein Mittel (24) zur Steuerung des Betriebs des Verbrennungsmotors (22), so daß der Verbrennungsmotor (22) mit der festgesetzten Zielleistung oder bei dem festgesetzten Zielbetriebspunkt betrieben wird; und  
 Leistungszufuhr/-entnahme/-verbrauchsmittel (50, 52), um eine Leistung, die der Differenz zwischen der Leistungsanforderung und entweder der Zielleistung oder der Leistung, welche dem Zielbetriebspunkt entspricht, zuzuführen, zu entnehmen oder zu verbrauchen.

2. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, worin das Leistungszufuhr/-entnahme/-verbrauchsmittel eine Hilfsvorrichtung (50) umfaßt, die mittels mindestens eines Teils der Leistung vom Verbrennungsmotor (22) direkt oder indirekt betrieben wird, sowie ein

Hilfsvorrichtungs-Steuermittel (52, um den Betrieb der Hilfsvorrichtung zu steuern.

3. Kraftfahrzeug nach Anspruch 2, worin das Mittel (70) zur Festsetzung der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt außerdem aufgrund des Betriebsbedarfs der Hilfsvorrichtung (50) festsetzt.

4. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, worin das Mittel (70) zum Festsetzen der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt so festsetzt, daß der Wirkungsgrad mit Bezug auf die Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) in einem vorbestimmten Toleranzbereich liegt.

5. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, worin das Mittel (70) zum Festsetzen der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt aufgrund des Verlaufs der Wirkungsgradänderung mit Bezug auf die Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) als Wirkungsgradverlauf mit Bezug auf die Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) festsetzt.

6. Kraftfahrzeug nach Anspruch 5, worin das Mittel (70) zur Festsetzung der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt so festsetzt, daß der Verbrennungsmotor (22) innerhalb eines Ausgangsleistungsbereichs betrieben wird, in dem der Umfang der Wirkungsgradänderung mit Bezug auf die Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) gering ist.

7. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 5 oder 6, worin das Mittel (70) zum Festsetzen der Zielleistung eine vorgegebene Leistung oder einen vorgegebenen Zielbetriebspunkt unabhängig vom Leistungsbedarf festsetzt, wenn die Zielleistung, die aufgrund einer Leistungsanforderung gesetzt wurde, oder die Leistung, die dem festgesetzten Zielbetriebspunkt entspricht, innerhalb eines Ausgangsleistungsbereichs liegt, in dem der Umfang der Wirkungsgradänderung bezüglich der Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) groß ist.

8. Kraftfahrzeug nach Anspruch 3, worin:  
 das Mittel (70) zum Festsetzen der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt aufgrund des Verlaufs der Wirkungsgradänderung bezüglich der Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) als Wirkungsgradänderungs-Verlauf bezüglich der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) festsetzt; und

das Mittel (70) zum Festsetzen der Zielleistung eine vorgegebene Leistung oder einen vorgegebenen Betriebspunkt unabhängig von der Leistungsanforderung und dem Betriebsbedarf der Hilfsvorrichtung (50) setzt, wenn die Zielleistung, die aufgrund der

Leistungsanforderung und dem Betriebsbedarf der Hilfsvorrichtung (50) festgesetzt wurde, oder die Leistung, die dem festgesetzten Zielbetriebspunkt entspricht, in einem Bereich liegt, wo der Umfang der Wirkungsgradänderung mit Bezug auf die Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) groß ist.

9. Kraftfahrzeug nach Anspruch 3, worin:  
das Mittel (70) zum Festsetzen der Zielleistung die Zielleistung oder den Zielbetriebspunkt so festsetzt, daß der Verbrennungsmotor (22) in einem Ausgangsleistungsbereich betrieben wird, wo der Umfang der Wirkungsgradänderung mit Bezug auf die Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) klein ist; und  
das Mittel (70) zum Festsetzen der Zielleistung eine vorgegebene Leistung oder einen vorgegebenen Betriebspunkt unabhängig von der Leistungsanforderung und dem Betriebsbedarf der Hilfsvorrichtung (50) setzt, wenn die Zielleistung, die aufgrund der Leistungsanforderung und dem Betriebsbedarf der Hilfsvorrichtung (50) festgesetzt wurde, oder die Leistung, die dem Zielbetriebspunkt entspricht, in einem Ausgangsleistungsbereich liegt, wo der Umfang der Wirkungsgradänderung bezüglich der Änderung der Ausgangsleistung des Verbrennungsmotors (22) groß ist.

10. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 7 bis 9, worin die vorgegebene Leistung oder der vorgegebene Betriebspunkt auf eine Leistung oder einen Betriebspunkt gesetzt werden, bei dem der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors (22) ein vorgegebenes hohes Niveau erreicht hat.

11. Kraftfahrzeug nach Anspruch 2, worin:  
die Hilfsvorrichtung (50) eine Sekundärbatterie umfaßt, die in der Lage ist, elektrischen Strom, der durch Umwandeln eines Teils der Leistung vom Verbrennungsmotor (22) erzeugt wurde, aufzunehmen; und  
das Hilfsvorrichtungs-Steuermittel (52) eine Mittel zum Steuern der Zufuhr und Entnahme des elektrischen Stroms zur bzw. aus der Sekundärbatterie umfaßt.

12. Kraftfahrzeug nach Anspruch 3, worin:  
die Hilfsvorrichtung (50) eine Sekundärbatterie umfaßt, die in der Lage ist, elektrischen Strom aufzunehmen, der durch Umwandeln eines Teils der Leistung vom Verbrennungsmotor (22) erzeugt wurde;  
das Hilfsvorrichtungs-Steuermittel (52) ein Mittel zur Steuerung der Zufuhr und Entnahme des elektrischen Stroms zur bzw. aus der Sekundärbatterie umfaßt; und  
der Betriebsbedarf der Hilfsvorrichtung (50) einen Ladungsbedarf der Sekundärbatterie umfaßt.

13. Kraftfahrzeug nach Anspruch 12, weiter umfassend:

ein Mittel zum Erfassen des Ladungszustands, welches den Ladungszustand der Sekundärbatterie erfaßt,  
wobei die Ladungsanforderung für die Sekundärbatterie aufgrund des erfaßten Ladungszustands der Sekundärbatterie durchgeführt wird.

14. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, weiter umfassend:

Mittel zur Leistungsumwandlung (30; MG1, MG2), die in der Lage sind, einen Teil der Leistung vom Verbrennungsmotor (22) auf die Antriebswelle (32a) zu übertragen, und die in der Lage sind, die übrige Leistung in elektrischen Strom umzuwandeln, um die Leistungszufuhr/-entnahme/-verbrauchsmittel (50, 52) mit elektrischem Strom zu versorgen.

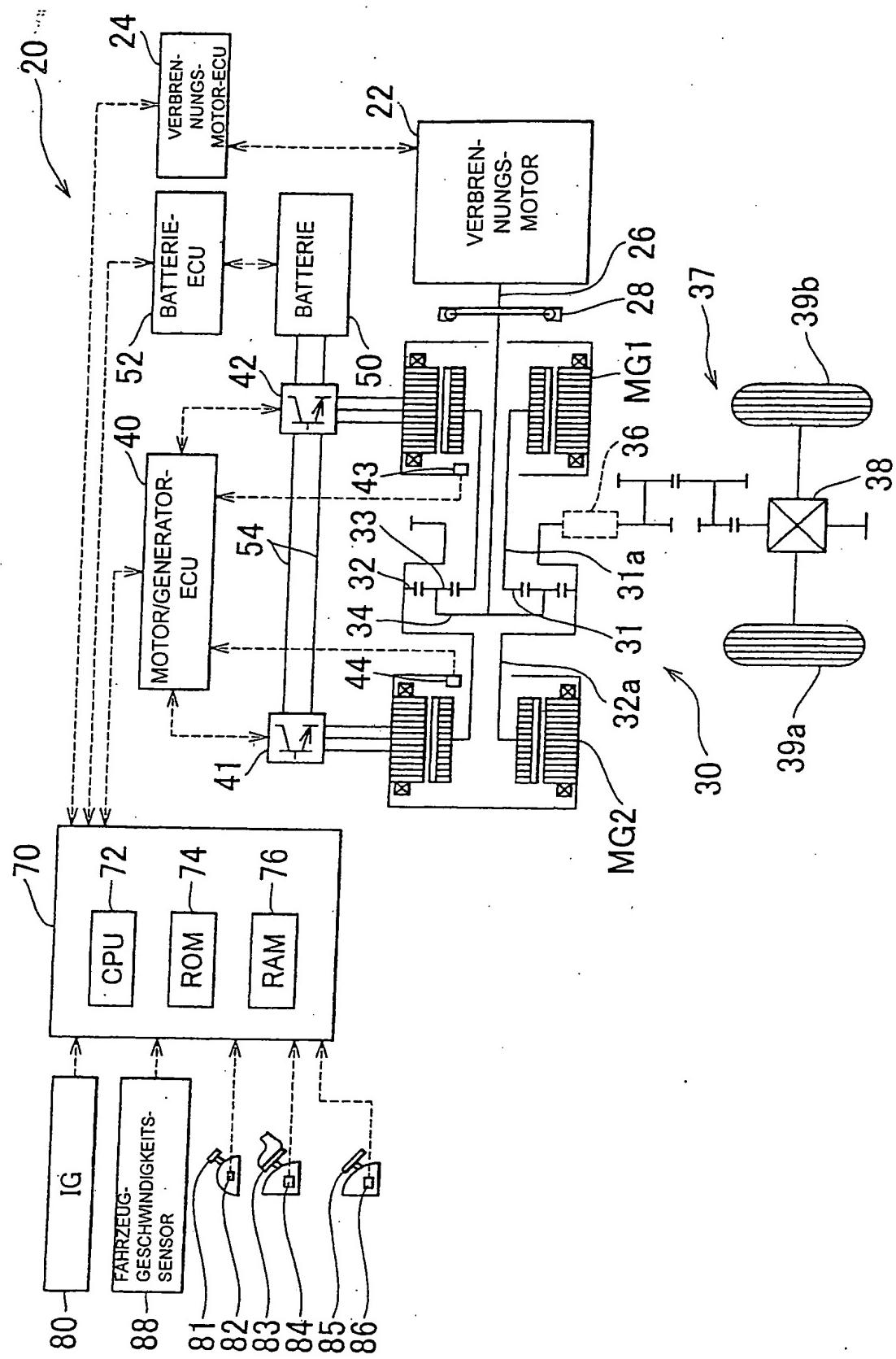
15. Kraftfahrzeug nach Anspruch 14, worin:  
die Mittel zur Leistungsumwandlung einen Generator (MG1, MG2) umfassen, der aufgrund der Leistungszufuhr vom Verbrennungsmotor (22) elektrischen Strom erzeugt, und einen Leistungszufuhr/-entnahmemechanismus (30) vom Dreiachsen-Typ mit einer ersten Achse (26), die mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors (22) verbunden ist, einer zweiten Achse (31a) und einer dritten Achse (32a), die jeweils mit der Drehachse eines Generators (MG1, MG2) verbunden sind, und wobei die Leistung, die von beliebigen zwei der ersten Achse (26), der zweiten Achse (31a) oder der dritten Achse (32a) zugeführt oder entnommen wird, die Leistung bestimmt, die von der übrigen Achse zugeführt oder entnommen wird, und das Kraftfahrzeug eine Elektromotor (MG2) umfaßt, der in der Lage ist, eine Leistung direkt auf die dritte Achse (32a) zu übertragen.

16. Steuerverfahren für ein Kraftfahrzeug, das einen Verbrennungsmotor (22) umfaßt, der in der Lage ist, eine Leistung auf eine Antriebswelle (32a) zu übertragen, dadurch gekennzeichnet, daß es die folgenden Schritte umfaßt:

Festsetzen der Zielleistung, die vom Verbrennungsmotor (22) ausgegeben werden soll, oder des Zielbetriebspunkts aufgrund einer Leistungsanforderung für die Antriebswelle (32a) und des Wirkungsgradverlaufs mit Bezug auf die Leistung des Verbrennungsmotors (22);  
Durchführen der Steuerung des Verbrennungsmotors auf eine solche Weise, daß der Verbrennungsmotor (22) mit der Zielleistung oder am festgesetzten Zielbetriebspunkt betrieben wird; und  
Zuführen, Entnehmen oder Verbrauchen einer Leistung, die der Differenz des Leistungsbedarfs und entweder der Zielleistung oder der Leistung entspricht, die dem Zielbetriebspunkt entspricht.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



## FIG. 2

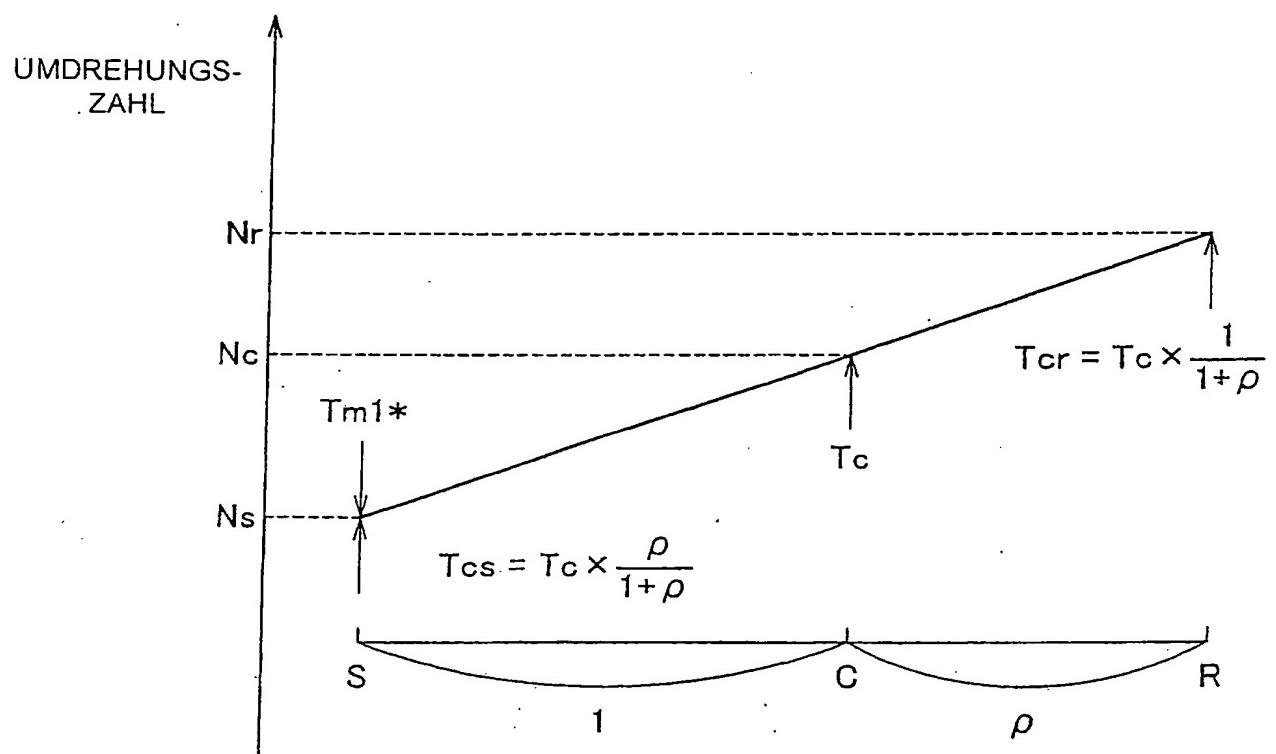
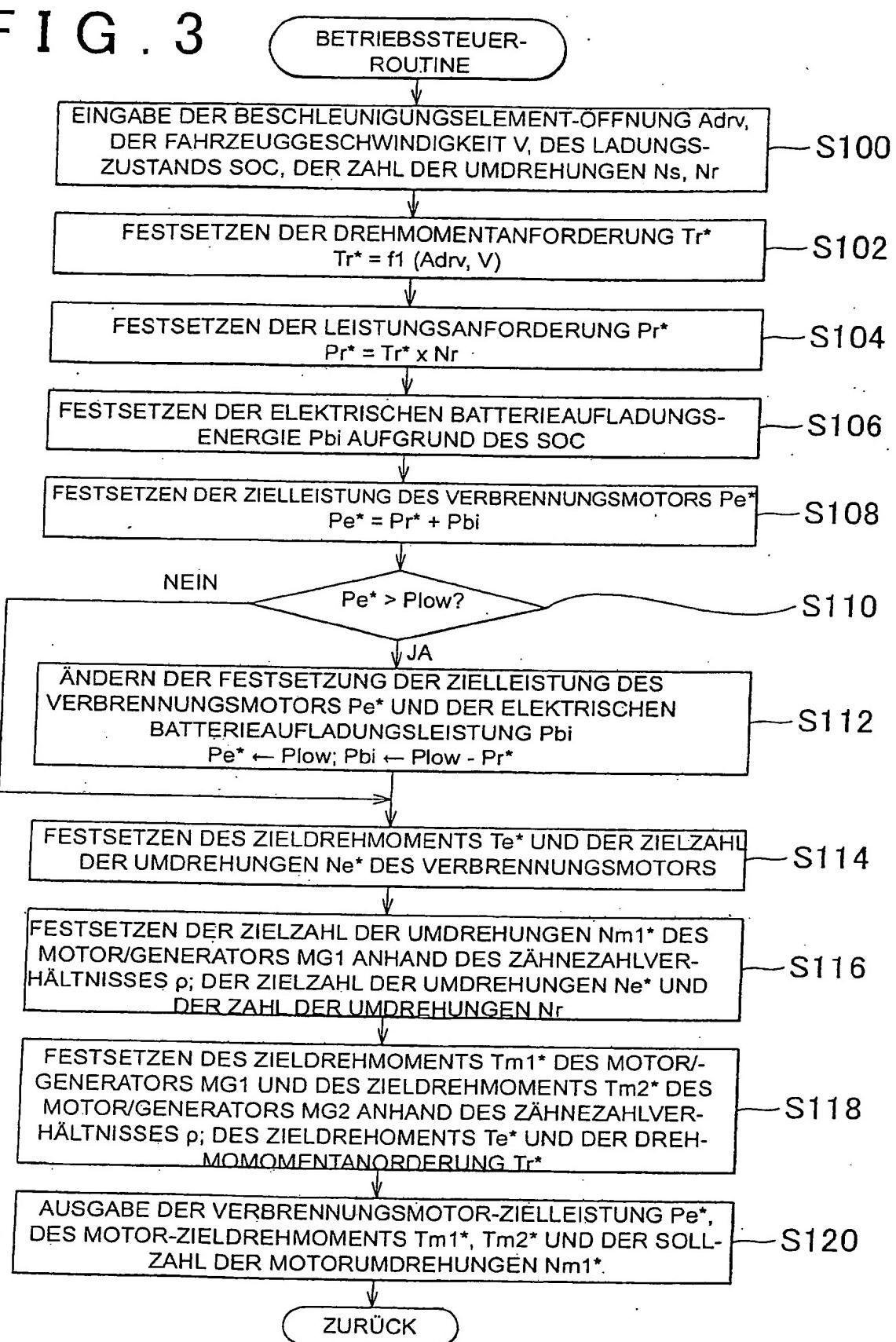


FIG. 3



F I G . 4

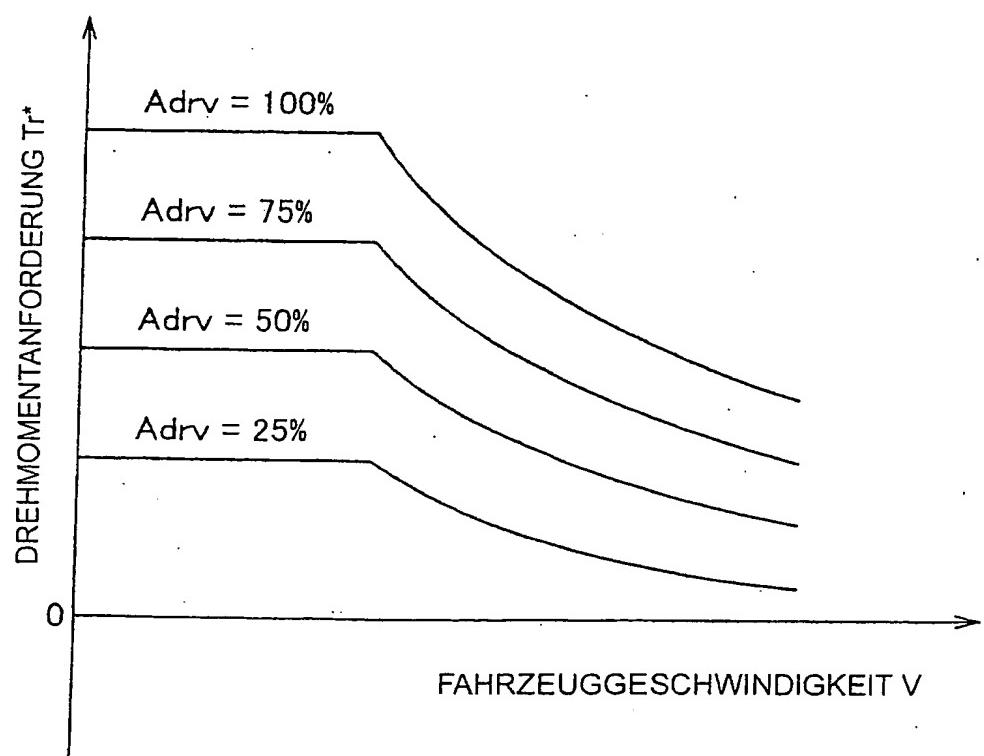
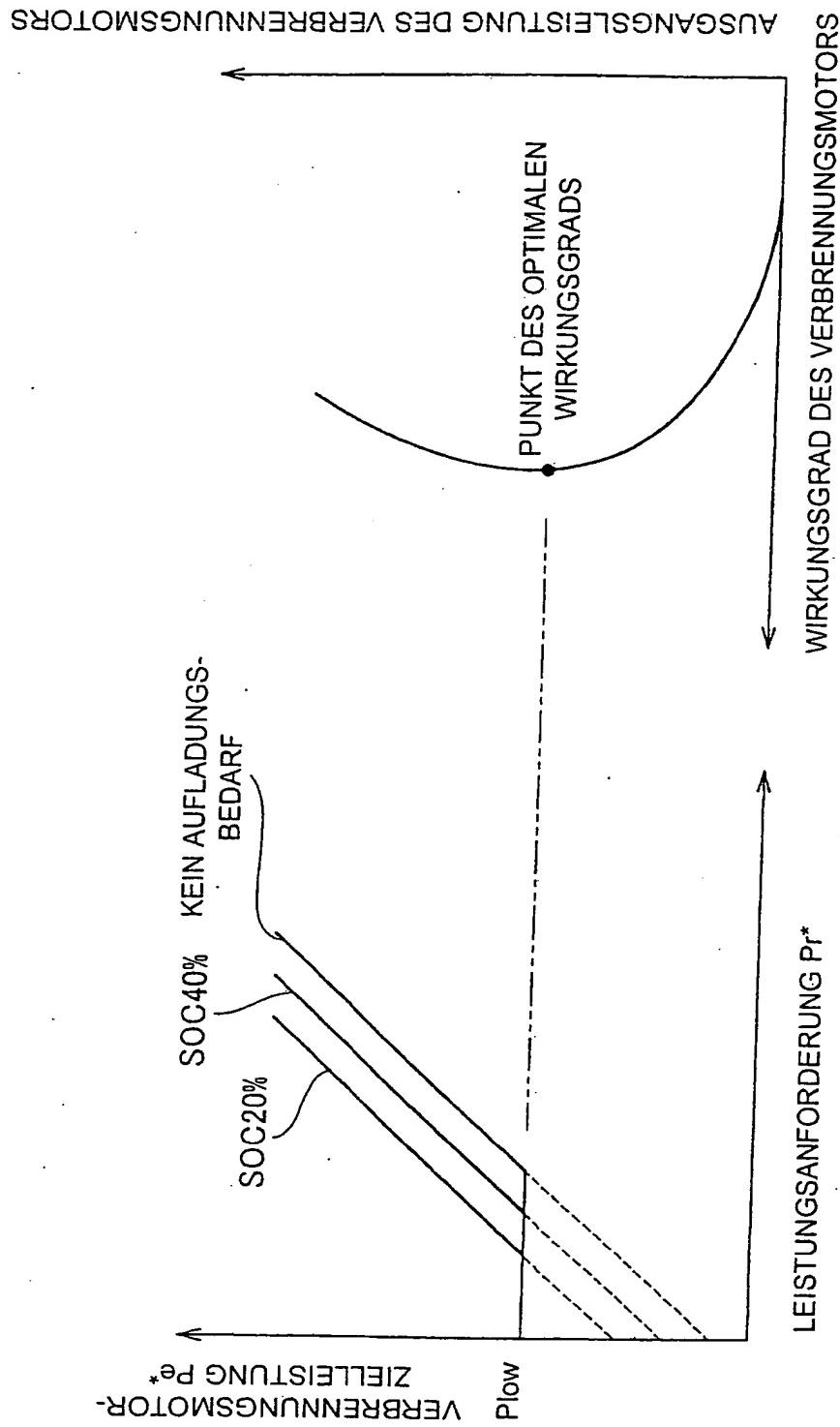
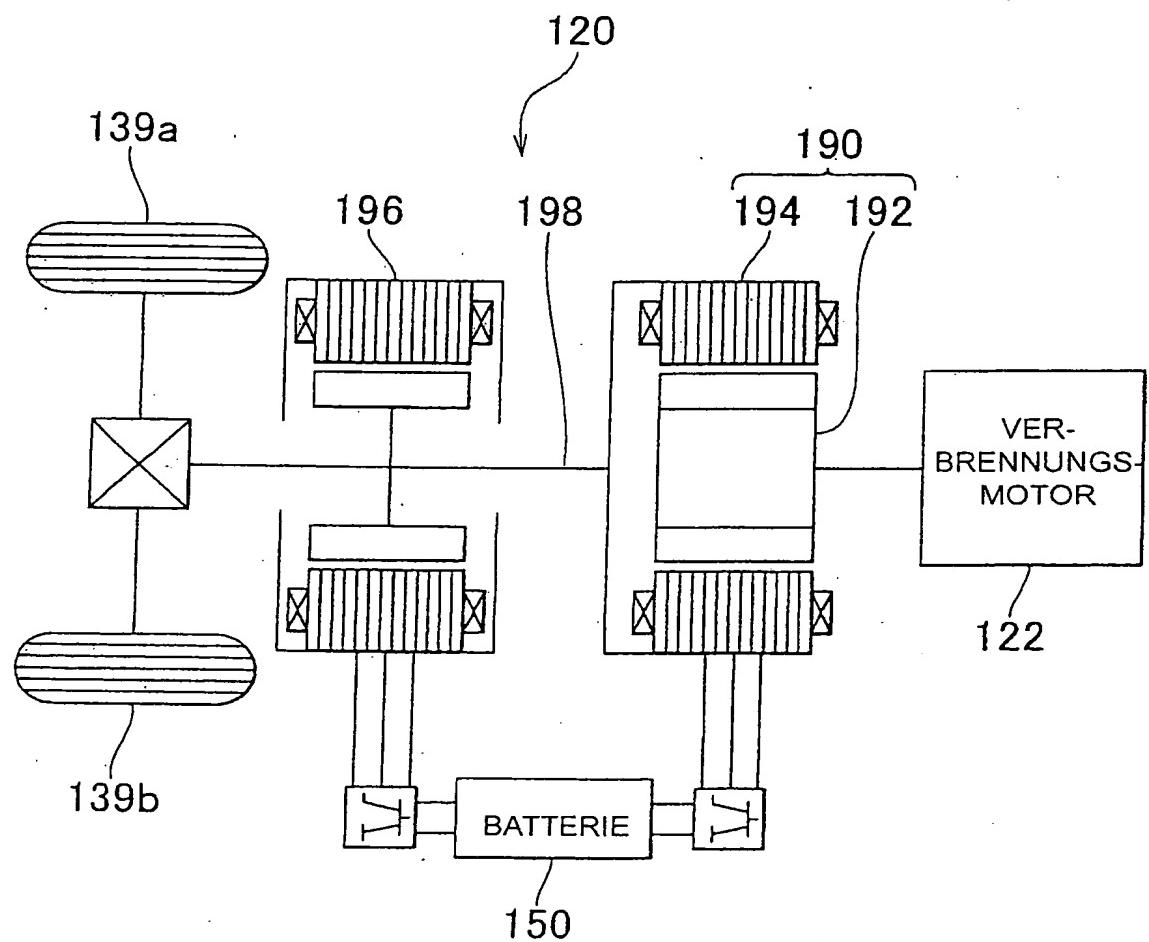


FIG. 5



F I G . 6



F I G . 7

